



GDR 3544
Sciences du bois



**ARTS
ET MÉTIERS**
ParisTech

Actes des 7^e journées scientifiques du GDR 3544 Sciences du Bois

Version provisoire

7^e journées du **GDR**
SCIENCES DU BOIS



CAMPUS ARTS ET MÉTIERS
DE CLUNY • 20, 21 ET 22 NOV. 2018

20, 21 et 22 novembre 2018
Campus Arts et Métiers, Cluny, France

Manifestation : 7^e journées scientifiques du GDR 3544 Sciences du Bois, Cluny, Nov. 2018

Collection : Journées annuelles du GDR 3544 sciences du bois, Volume 7, 2018

Coordination et édition des actes : GDR 3544 sciences du bois

D03 : Le modèle de poutre sur fondation comme méthode alternative au dimensionnement des assemblages bois de type tiges, Lemaître Romain et al.	244
D04 : Imagerie hyperspectrale et chimie du bois – qualité du bois et contraintes de croissance (hydrique et minérale), Chaix Gilles	248
D05 : Durabilité naturelle : comparaison des essais en laboratoire et des essais au champ basés sur des espèces de bois de Madagascar, Razafimahatratra Andriambelo Radonirina et al.	252
D06 : Développer la connaissance des propriétés de bois des essences autochtones de Madagascar vers une utilisation durable des ressources locales, Razafinarivo Ravo Nanainaina Gabriella et al.	255
D07 : Potentialités de la spectroscopie proche infrarouge comme aide à l'identification des bois de l'Annexe II de la CITES : cas de quatre espèces de Dalbergia de Madagascar, Ramanantoandro Tahiana et al.	258
D08 : Etude De La Transformation De Produits Connexes De Bois Et Plastiques/Polystyrène Expansé En Matériaux Sandwich Autoadhésifs, Amadji Togbé-Armel et al.	260
D09 : Valorization of pyrolysis by-products for the protection of biomaterials, Boer Febрина Dellarose et al.	264
D10 : Impact of torrefaction processes on brazilian biomasses storage, De Freitas Homen De Faria Bruno et al.	267
D11 : Influence du changement climatique sur les propriétés physiques et mécaniques du bois d'essences des zones semi-arides tchadiennes, Dougabka Dao et al.	271
D12 : Activité antibactérienne de l'huile essentielle extraite de la sciure de bois de Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus., Ouair Djilali et al.	274
D13 : Extraforest : conception d'un outil d'aide à la décision pour rapprocher la chimie et les filières forêt-bois en régions Grand-Est et Bourgogne Franche-Comté, Pichancourt Jean-Baptiste et al.	278
D14 : Radial variation of wood properties on hardwood recovered from thinning, Purba Citra Yanto Ciki et al.	282
D15 : Conception et évaluation de systèmes d'innovation pour mieux mobiliser les bois en petite propriété forestière privée, Arnould Maxence et al.	286
D16 : Surface characterisation of untreated wood surfaces after artificial and natural weathering, Buchner Julia et al.	290
D17 : Direct DRAQ5 DNA staining on sterilized and contaminated wood surface, investigation by confocal microscopy, Munir Muhammad Tanveer et al.	294

Etude de la transformation de produits connexes de bois et plastiques/polystyrène expansé en matériaux sandwich autoadhésifs

AMADJI Togbé Armel¹, ADJOVI Edmond Codjo¹, GUYOT Alban², GERARD Jean²

¹ Laboratoire d'Energétique et de Mécanique Appliquée (LEMA), Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, BP 234 Abomey-Calavi, Bénin

² Unité de Recherche Biomasse, Bois, Energie, Bioproduits (BioWooEB), CIRAD, France
amadjitarmel@gmail.com

Mots clefs : produits connexes, plastiques, polystyrène, sciure, bois, matériau sandwich

Contexte

Comme d'autres pays voisins d'Afrique de l'Ouest, le Bénin produit de très importantes quantités de produits connexes issus de la transformation du bois, principalement des sciures qui sont éliminées sans aucune valorisation. Durant ces dernières années, la quantité annuelle de produits connexes éliminés par les entreprises du bois béninoises a dépassé en moyenne 4500 tonnes (DGFRN, 2016). Ces produits ne sont pas éliminés ni recyclés de façon écologique : la sciure produite est essentiellement mise au rebut au voisinage des unités de transformation ou brûlée à des fins domestiques. Cette importante production de sciures est une des résultantes de la pression anthropique exercée sur les ressources en bois des forêts du pays. Alors que le Bénin n'est pas un pays producteur de bois d'œuvre à grande échelle, cette pression se caractérise par une exploitation forestière sélective et incontrôlée à l'origine d'une raréfaction de certaines essences (Agbahungba et al., 2001).

Par ailleurs, les collectivités locales sont confrontées à un problème d'élimination et de gestion des matières plastiques et de polystyrène expansé d'emballages qui encombrant l'environnement en milieu urbain. En 2012, plus de 12 000 tonnes de déchets plastiques, dont plus de la moitié formée de sachets d'emballage, ont été produits (Dessau S., 2012). L'élimination incontrôlée de ces déchets, souvent brûlés à ciel ouvert, constitue une menace sérieuse pour l'environnement et sont néfastes à la santé de l'homme et de tous les êtres vivants en général (Gildas, 2014).

Dans un tel contexte, il est apparu opportun de concevoir et mettre au point un procédé de transformation combinée de ces déchets bois et plastiques pour fabriquer des matériaux composites afin de mieux valoriser les produits connexes de la transformation du bois et contribuer conjointement à l'assainissement de l'environnement immédiat des populations urbaines, ceci de façon transposable à d'autres pays en développement.

Une des solutions les plus appropriées est de produire à l'aide de ces déchets des matériaux composites de type sandwich (peau en bois-polystyrène et âme en bois-plastique recyclé, les couches étant auto-collées) aux propriétés voisines de celles de certaines essences utilisées en menuiserie et en coffrage.

Objectifs

L'objectif général des recherches est de développer un matériau de type sandwich pour un usage dans le bâtiment en substitution au bois.

Les objectifs spécifiques sont de formuler les composites des couches du matériau sandwich, de définir le procédé de réalisation du matériau et d'en réaliser un prototype.

Matériel et méthode

La réalisation du sandwich se fait selon les étapes successives décrites dans le procédé de fabrication. Les intrants utilisés sont les suivants : sciure de bois de *Gmelina arborea*, déchets plastiques de type PEBD (polyéthylène basse densité), polystyrène expansé d'emballage recyclé (Fig.1), hydrocarbure (essence), cœur de branches de palmier *Raphia farinifera* disposées en nappes et servant à alléger l'âme du sandwich (Fig. 2).



Fig.1 : Polystyrène d'emballage



Fig.2 : Cœur de branche de Raphia

L'équipement utilisé pour fabriquer le matériau est principalement composé : d'un mélangeur et d'une presse mécanique associée à un moule pour le composite bois-polystyrène, d'un dispositif de préparation du composite bois-plastique (fonte du plastique et mélange avec la sciure de bois), d'un outillage de découpe des implants en raphia, d'un moule de fabrication du sandwich.

Résultats et discussion

Caractérisation de la sciure utilisée et étude du compactage du composite bois polystyrène

La courbe granulométrique de la sciure de bois utilisée (Fig. 3) montre que cette sciure est principalement constituée de particules fines de moins de 0,63 mm. La courbe de compactage du composite bois-polystyrène réalisé (Fig. 4) indique que le taux de compactage maximum est d'environ 56%, obtenu avec une pression d'environ 115 MPa. La densité moyenne à l'état sec du cœur de branche de raphia est 0,3.

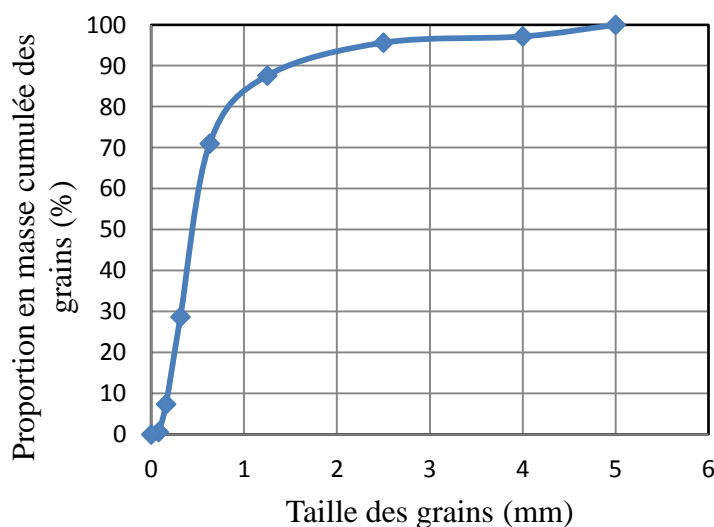


Fig. 3 : Courbe d'analyse granulométrique de la sciure brute de Gmelina collectée

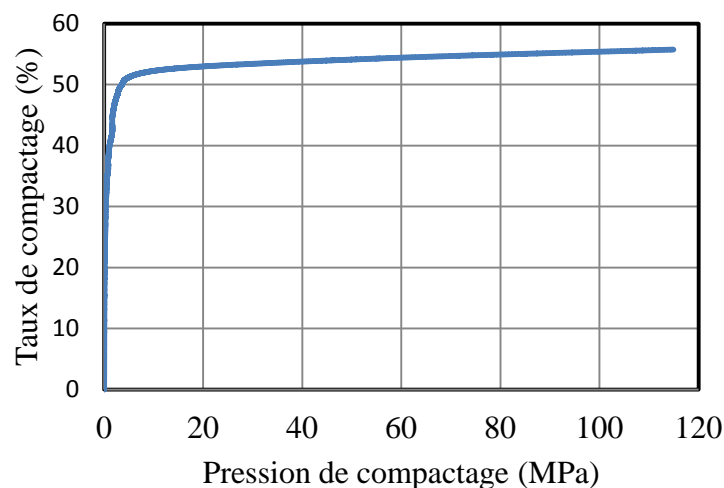


Fig. 4 : Courbe de compactage du composite bois-polystyrène (sciure de Gmelina, granulométrie 0,63mm)

Procédé de fabrication du sandwich et prototype obtenu

Le procédé de fabrication du sandwich comporte 4 étapes :

Etape 1 : Elaboration du composite bois polystyrène

- *Dissolution du polystyrène dans l'essence dans la proportion massique optimale $m_{\text{essence}} / m_{\text{polystyrène}} = 1,22$ puis malaxage jusqu'à obtenir la colle ;
- *Mélange de la colle avec la sciure dans la proportion massique optimale $m_{\text{colle}} / m_{\text{sciure}} = 1,5$;
- *Selon le taux optimal préalablement déterminé, compactage du composite ainsi obtenu dans un moule à l'aide d'une presse mécanique jusqu'à stabilisation de l'épaisseur ;
- *Démoulage des plaques en polystyrène et stabilisation jusqu'à solidification (5 jours environ).

Etape 2 : Préparation du composite bois plastique

- *Fonte des sachets plastiques (PEBD) à une température voisine de 280 °C puis refroidissement de la colle obtenue jusqu'à une température inférieure à 170 °C tout en gardant la fluidité ;
- *Mélange de la colle et de la sciure dans la proportion massique optimale ($m_{\text{colle}} / m_{\text{sciure}} = 2,5$) pour obtenir le composite bois plastique.

Etape 3 : Préparation de l'implant d'allègement

- *Coupe et pré-séchage des branches de palmier raphia puis prélèvement du cœur des branches et étuvage jusqu'à une teneur en eau d'environ 10% ;
- *Usinage des cœurs de branche à la scie circulaire : section 10x12 mm² et longueur égale à celle du sandwich ;
- *Réalisation de la nappe d'implants en raphia comme structure d'allègement.

Etape 4 : Fabrication du sandwich autoadhésif

- *Positionnement des deux plaques en bois-polystyrène préfabriquées dans le moule du sandwich, la distance les séparant correspondant à l'épaisseur de l'âme ;
- *Coulage du composite bois-plastique dans le moule ;
- *Renforcement de l'adhérence entre les couches en vibrant le composite ;
- *Refroidissement du mélange dans le moule pendant environ 15 minutes puis démoulage.

Le prototype réalisé (Fig. 5) est constitué de peaux d'épaisseur 5 mm en composite bois-polystyrène et d'une âme d'épaisseur 20 mm en composite bois-plastique allégé par l'incorporation de cœur de branches de palmier raphia.



Fig. 5 : Prototype de sandwich réalisé

Conclusion et perspectives

La première phase de ce travail de recherche a consisté à concevoir puis mettre au point un matériau sandwich à partir de produits connexes de l'industrie du bois et de polymères (plastique PEBD et polystyrène) recyclés. Son procédé d'élaboration a été présenté.

Dans un second temps, des protocoles expérimentaux et numériques seront définis afin de caractériser le comportement du matériau sandwich et de le modéliser.

Références

- Agbahungba G., Sokpon N. et Gaoué O.G. (2001) Situation des ressources génétiques forestières du Bénin. Document FGR/12F. Département des forêts, FAO, Rome, Italie, 36p.
- Dessau S. (2012) Etude sur la gestion des déchets plastiques dans l'espace UEMOA : Cas du Bénin. Société d'Etudes Régionales d'Habitat et d'Aménagement Urbain cité par la Représentation Nationale du CREPA. Cotonou.
- DGFRN (2016) Annuaire des statistiques forestières 2014-2015, réalisé avec l'appui de l'OIBT à travers le Projet PD 678/12Rev.1 (M) Mise en place d'un Système national d'information et de gestion des statistiques forestières, 66p.
- Gildas E. (2014) Etude sur la gestion des déchets plastiques dans l'espace UEMOA - cas du Bénin, rapport final, Cotonou.

Etude de la transformation de produits connexes de bois et plastiques/polystyrène expansé en matériau sandwich



AMADJI Togbé Armel¹, ADJOVI Edmond Codjo¹, GUYOT Alban², GERARD Jean²

Contact : amadjitarmel@gmail.com

¹ Laboratoire d'Energétique et de Mécanique Appliquée (LEMA), Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, BP 234 Abomey-Calavi, Bénin

²Unité de Recherche Biomasse, Bois, Energie, Bioproduits (BioWooEB), CIRAD, France

Pourquoi un tel matériau ?

- Le composite élaboré est un matériau de type *Engineered Wood Products* qui contribue :
- ▶ A l'élimination des produits connexes issus de la transformation du bois, principalement les sciures ;
 - ▶ Au recyclage de déchets urbains, matières plastiques et polystyrène expansé d'emballages, qui polluent l'environnement en milieu urbain au Bénin ;
 - ▶ A la réduction de la pression anthropique sur les espèces de bois de forêt naturelle utilisées en coffrage au Bénin, pays confronté à de graves problèmes de déforestation.

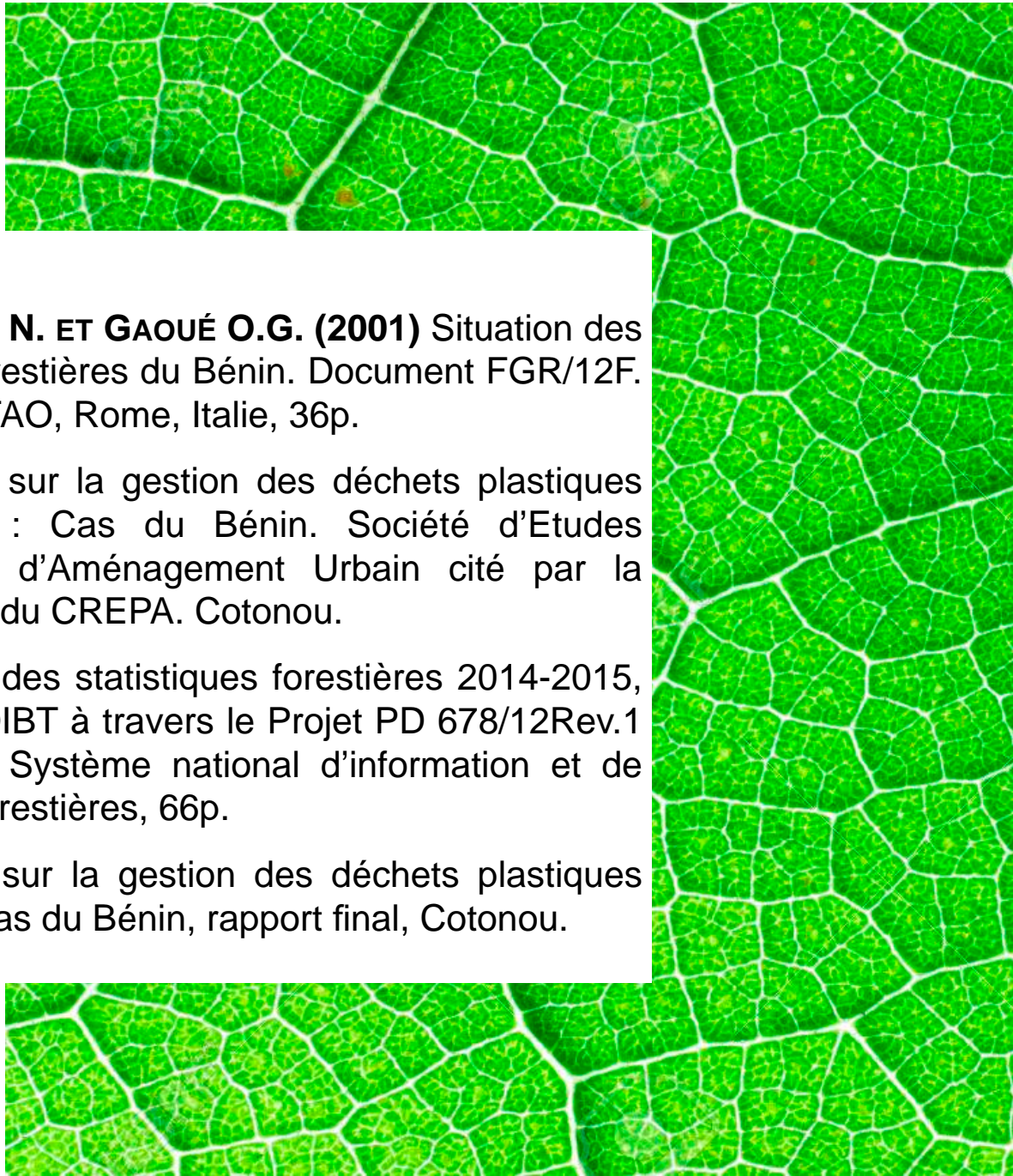
Références

AGBAHUNGBA G., SOKPON N. ET GAOUÉ O.G. (2001) Situation des ressources génétiques forestières du Bénin. Document FGR/12F. Département des forêts, FAO, Rome, Italie, 36p.

DESSAU S. (2012) Etude sur la gestion des déchets plastiques dans l'espace UEMOA : Cas du Bénin. Société d'Etudes Régionales d'Habitat et d'Aménagement Urbain cité par la Représentation Nationale du CREPA. Cotonou.

DGFRN (2016) Annuaire des statistiques forestières 2014-2015, réalisé avec l'appui de l'OIBT à travers le Projet PD 678/12Rev.1 (M) Mise en place d'un Système national d'information et de gestion des statistiques forestières, 66p.

GILDAS E. (2014) Etude sur la gestion des déchets plastiques dans l'espace UEMOA - cas du Bénin, rapport final, Cotonou.



Objectif

Définir le procédé de fabrication du matériau et en réaliser un prototype.

Définition du procédé de fabrication du sandwich autoadhésif



Polystyrène d'emballage recyclé (PS)

+

HYDROCARBURE
(ESSENCE)

(Dissolution du PS)



Colle à base de PS

+



Sciure de bois
(Teck)

(Mélange)



(Compaction
à froid)

Compaction en moule du composite à froid



Plaque en composite bois-polystyrène.

(Mise en place de 2 plaques
dans un moule)

Branches
de palmier RAPHIA

(Découpe
et usinage)



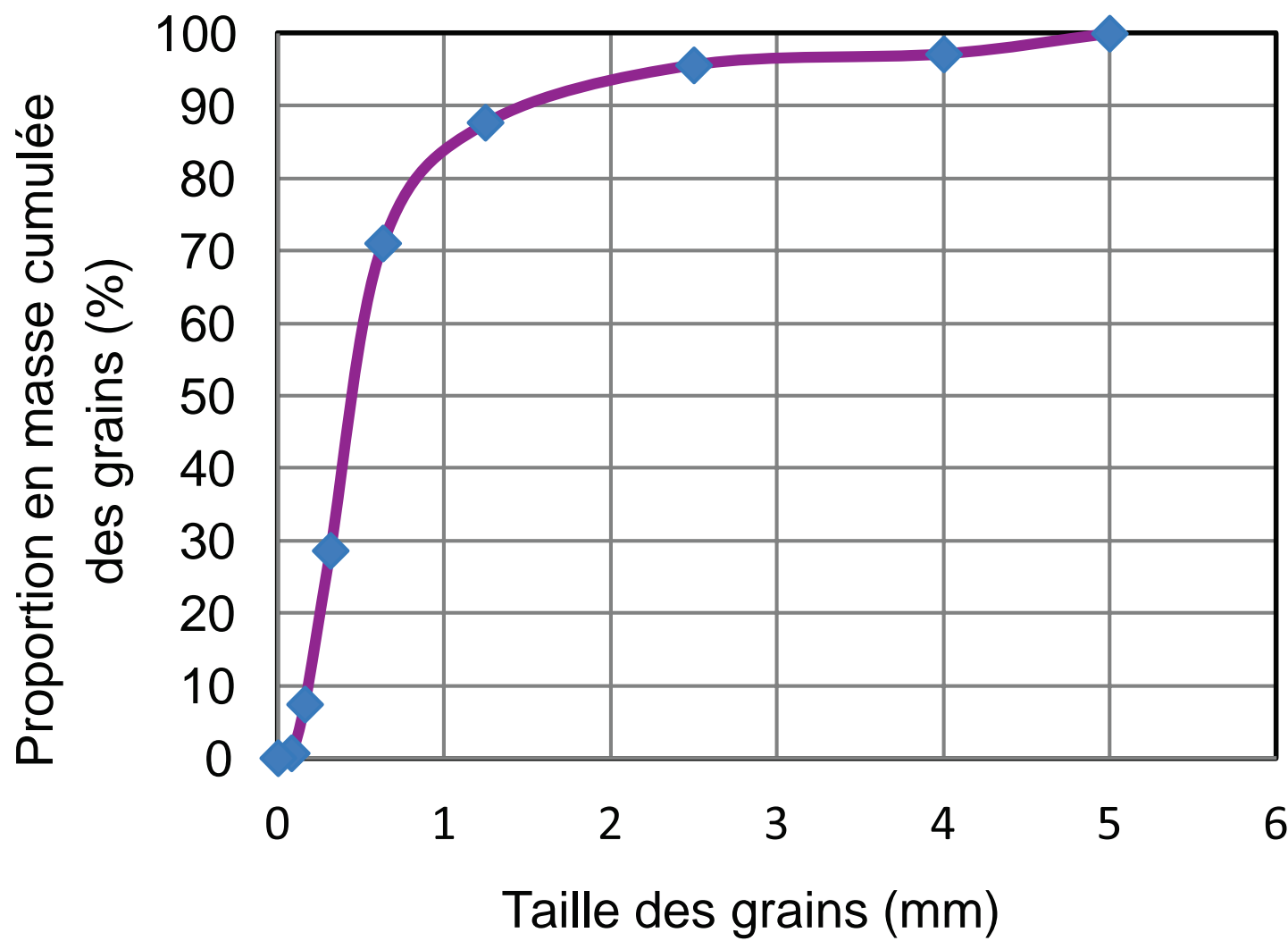
Cœurs de branches de Raphia
disposés

(Mise en place
de la nappe)

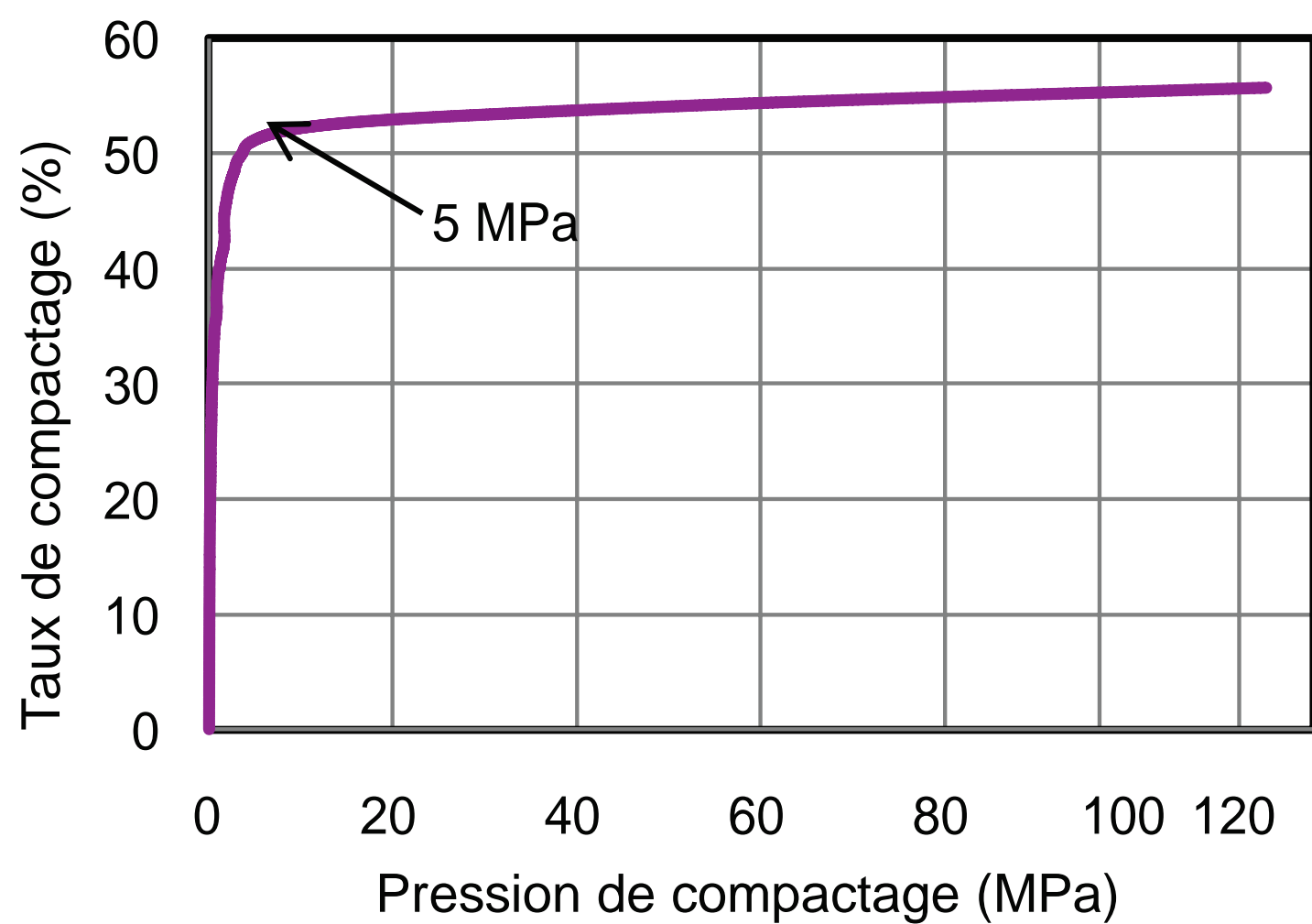


Prototype de sandwich réalisé

Caractérisation des principaux intrants



Courbe d'analyse granulométrique de la sciure brute de Teck collectée.



Courbe de compactage du composite bois-polystyrène (sciure de Teck, refus sur tamis de 0,63 mm).

Conclusion et perspectives

- ▶ La première phase de ce travail de recherche a consisté à concevoir puis à mettre au point un matériau sandwich à partir de plastiques recyclés (PEBD et polystyrène), et de produits connexes de l'industrie du bois.
- ▶ Dans un second temps, le comportement du sandwich et de ses couches seront caractérisés et modélisés.

AMADJI Armel¹, GUYOT Alban², GERARD Jean², ADJOVI Edmond¹

¹Unité de Recherche *Matériaux et Structures*, LEMA, ED-SDI, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

amadjitarmel@gmail.com

²Unité de Recherche *Biomasse, Bois, Energie, Bioproduits* (BioWooEB), Cirad, Montpellier

Etude De La Transformation De Produits Connexes De Bois Et Plastiques/Polystyrène Expansé En Matériau Sandwich Autoadhésif

7^{ème} journées du GDR « Sciences du bois »
20-22 nov. 2018 Cluny (France)



Objectif

Régler **DES PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX**
en recyclant des déchets pour produire
UN MATÉRIAU DE CONSTRUCTION

Déchets plastiques
et de Bois



Matériau de construction
(de type Sandwich)



D8

7^{ème} journées du GDR « Sciences du bois »
20-22 nov. 2018 Cluny (France)

